

オーステナイト系ステンレス鋼の破壊靱性に及ぼす照射影響評価

Evaluation of irradiation effect for fracture toughness of austenitic stainless steel

*阿部 友紀¹, 田中 重彰¹, 櫻谷 誠司², 豊田 哲也³, 神長 貴幸⁴, 大木 俊⁴

¹東芝, ²日本核燃料開発, ³日立GEニュークリア・エナジー, ⁴東京電力ホールディングス

プラント高経年化技術評価で用いられるオーステナイト系ステンレス鋼の破壊靱性について、最新知見を踏まえた破壊靱性値と中性子照射量の相関式(破壊靱性評価式)の適正化を図った。

キーワード: 炉内構造物, 照射脆化, オーステナイト系ステンレス鋼

1. 緒言

プラント高経年化技術評価では、炉内構造物に想定される IASCC に対して、維持規格で定める照射影響を考慮した評価手法で健全性評価を行う。しかし、評価に用いられるオーステナイト系ステンレス鋼の破壊靱性評価式は、策定当時の限られた知見を基に定められたものであり、最新知見の反映が行われていない。そこで、規格への反映を目指した知見の拡充と最新知見を踏まえた破壊靱性評価式の適正化を行った。

2. 破壊靱性値と中性子照射量の相関式の検討

従来評価式でデータが不足していた照射量範囲($1 \sim 2 \times 10^{25} \text{ n/m}^2 (E > 1 \text{ MeV})$)のオーステナイト系ステンレス鋼の破壊靱性値を取得すると共に、国内外の最新の破壊靱性データ^[1]の収集及び破壊靱性に影響を及ぼす因子を調査した。影響因子として試験片の S 量や採取方向等を抽出し、これら因子を考慮してデータスクリーニングを行った。評価式の形状に関しては、照射損傷の蓄積により連続的に破壊靱性値が低下することから、広く用いられる指数関数で機械特性の照射量依存性を表現し、高照射量側で飽和傾向を示す既存の評価式を参考に^[2]、データ群を下限フィッティングした。

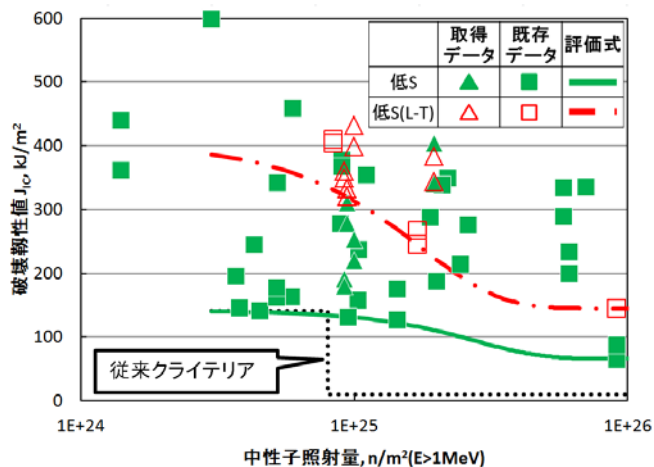


図 1 低 S 量データを用いた破壊靱性評価式

図 1 に既存、取得データから、実機炉内構造物材の S 量を勘案した低 S 量(0.01wt.%以下)条件、及び試験片採取方向(L-T)によりスクリーニングしたデータ群を基に策定した破壊靱性評価式を示す。L-T 方向の評価式は全データ群の評価式と分離したが、これは圧延方向に伸長する MnS 系介在物の伸長方向に対し、直交に亀裂が進展する L-T 方向試験片では、介在物が破壊に関与しにくいことが一因と考えられる。

3. 結論

新たに破壊靱性データを取得すると共に、最新知見を反映した破壊靱性評価式を策定した。高照射量かつ L-T 方向への亀裂進展が予想される上部格子板などでは、材料の異方性を考慮することにより健全性評価の高精度化が見込まれる。

[1]例えば A. Demma et al., 13th EDM(2007), T. Torimaru et al., Fontevraud 7 (2010) 等

[2]O. K. Chopra, Degradation of LWR Core Internal Materials due to Neutron Irradiation, NUREG/CR-7027, ANL-10/11 (2010)

謝辞 本成果を報告するにあたり、御協力いただきました東北電力、中部電力、北陸電力、中国電力、日本原子力発電、電源開発ならびに電力中央研究所の研究関係各位に感謝の意を表します。

*Tomonori Abe¹, Shigeaki Tanaka¹, Seiji Sakuraya², Tetsuya Toyota³, Takayuki Kaminaga⁴, and Suguru Ooki⁴

¹Toshiba Corporation, ²Nippon Nuclear Fuel Development Co., LTD., ³Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ⁴Tokyo Electric Power Company Holdings, Inc.